



AGRONOMIC ASPECTS OF RELEVANCE IN BASE POPULATIONS FOR PLANT BREEDING



ASPECTOS AGRONÓMICOS DE RELEVANCIA EN POBLACIONES UTILIZADAS COMO BASE PARA EL MEJORAMIENTO GENÉTICO VEGETAL

Rimieri, P.¹

¹Estación Experimental Agropecuaria Pergamino, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Avenida Frondizi (Ruta 32) km 4,5, 2700 Pergamino, Argentina.

Corresponding author:
Pedro Rimieri
primieri730@gmail.com

ORCID 0000-0002-6291-8998

Cite this article as:

Rimieri, P. 2021. AGRONOMIC ASPECTS OF RELEVANCE IN BASE POPULATIONS FOR PLANT BREEDING. BAG. Journal of Basic and Applied Genetics Vol XXXII Issue 2: 71-74.

Received: 12/17/2021

Accepted: 12/22/2021

General Editor: Elsa Camadro

DOI: 10.35407/bag.2021.32.02.08

ISSN online version: 1852-6233

ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the complexity of the agronomic components and their incidence in the selection criteria for the development of base populations for plant breeding. In that analysis, a discussion was carried out on the interaction of plant breeding with other disciplines and specific selection methods for an each day more sustainable agriculture.

Key words: aspectos agronómicos en mejoramiento genético vegetal, mejoramiento genético de poblaciones, selección en plantas

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue analizar la complejidad de los componentes agronómicos y su incidencia en los criterios de selección de las poblaciones utilizadas como base del mejoramiento genético vegetal. En ese análisis se discutieron la interacción del mejoramiento genético con otras disciplinas y los métodos de selección específicos para una agricultura cada día más sustentable.

Palabras clave: agronomic aspects in plant breeding, population breeding, plant selection

INTRODUCCIÓN

La finalidad de publicar un artículo de opinión como este fue, centrados en el mejoramiento genético vegetal, analizar la complejidad tecnológica que involucra a la agronomía, a sus producciones, y a la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios. Todo el proceso de mejoramiento genético tiene como objeto elegir, generar y concentrar genes favorables en poblaciones y genotipos, que serán la base de la selección y de la aplicación de métodos y herramientas de la genética, la biología, la biometría y otras disciplinas.

El mejoramiento genético de una especie es un emprendimiento económico que debe ser concebido para obtener progresos genéticos importantes a corto plazo sobre ciertos caracteres, mientras se preparan progresos genéticos más importantes a largo plazo sobre otros caracteres o sobre los mismos, con la mejor utilización posible de los medios disponibles.

En la bibliografía hay un cúmulo de trabajos que relacionan a la genética como disciplina asociada al germoplasma, la selección y el mejoramiento genético en varios aspectos, primordialmente centrados en la diversidad genética y en la variabilidad genética. Sin embargo, pocos autores han considerado la complejidad de las ciencias agronómicas como condicionante del proceso selectivo de germoplasma adaptado o de los criterios de selección e índices de selección aplicados. Hay aspectos biológicos, probabilísticos y económicos que, en una serie de etapas según el sector o producto agrícola que se considere, pueden significar hasta 20 años de desarrollo interdisciplinario y complejo antes de llegar a la etapa comercial. En ese esquema, las poblaciones utilizadas como base para el mejoramiento genético vegetal y la definición del núcleo metodológico y científico de la selección constituyen el eje del presente trabajo. Por eso, el objetivo del trabajo fue analizar la complejidad de los componentes agronómicos y la incidencia de la misma en los criterios de selección de las poblaciones artificiales utilizadas en fitomejoramiento y en sus cultivares derivados.

COMPLEJIDAD DE LA AGRONOMÍA Y SUS RAMAS

La agronomía y sus ramas estudian a diferentes cultivos en ambientes y microambientes diversos. Hay, además, procesos biológicos, químicos, económicos, sociales, ambientales y políticos, entre otros, que contribuyen a la complejidad mencionada. Las técnicas y prácticas de manejo agronómico (que incluyen control de enfermedades y plagas, fertilización y manejo del agua del suelo, control de malezas y monitoreos durante todo el ciclo del cultivo) se deben considerar al encarar

procesos biológicos diversos que, a su vez, están interrelacionados. La combinación de esas prácticas de manejo agronómico, en íntima relación con la selección y el mejoramiento genético, logran mayores rendimientos en los cultivos aplicando desde selección empírica hasta mejoramiento genético con el apoyo de técnicas avanzadas.

Si bien los aumentos de producción futuros deben ser más respetuosos con el ambiente, es el mejoramiento genético la disciplina que más contribuirá con la implementación de esos nuevos enfoques agronómicos, con nuevos y mejores cultivares que generarán los alimentos y parte de la energía verde con la materia orgánica de los efluentes pecuarios y la producción de cultivos energéticos. Nuevos criterios de selección, con caracteres específicos y complementarios, reducirán la huella hídrica y la huella de carbono, ambas asociadas a la sustentabilidad agrícola.

Las tecnologías del mejoramiento genético vegetal, incluida la ingeniería genética, son determinantes del avance de la agronomía a través de cultivos variados, que primariamente deben asegurar la producción de alimentos en la misma superficie terrestre y con mayor eficiencia en el uso del agua. El fitomejoramiento, sin duda, es una herramienta poderosa para lograr armonía entre la agricultura y el ambiente, o entre agricultores, ecologistas y formuladores de políticas para el sector.

POBLACIONES ARTIFICIALES GENERADAS Y SUS CARACTERÍSTICAS

Las poblaciones y genotipos que se generan artificialmente como germoplasma de base estarán condicionados y adaptados a estructuras genéticas y sistemas reproductivos particulares. En algunos grupos de especies, los primeros criterios de selección involucrados serán la domesticación y la adaptación al ambiente y al cultivo. En la mayoría de las especies, la selección se concentrará en mejorar las características de las colecciones de trabajo y su ampliación, ya que se trata de poblaciones o genotipos a los que se aplicarán métodos de selección acorde a sus sistemas reproductivos dominantes, y formarán parte del llamado material élite de la selección y el mejoramiento genético (líneas, poblaciones, genotipos).

Posteriormente, habrá una etapa de evaluaciones agronómicas multilocalidades en ensayos con diseño estadístico particular y en ensayos de laboratorio, hasta llegar a definir el cultivar experimental que pasará a la fase comercial. Como en general se desean mejorar simultáneamente varios caracteres que difieren en variabilidad, heredabilidad, correlación feno/genotípica e importancia económica, la selección

por índices generalmente complementa a los criterios de selección. Esos índices de selección y sus pesos económicos sintetizan la complejidad que conlleva una selección efectiva, que deberá compatibilizarse con la metodología del mejoramiento genético más acorde al sistema productivo donde se insertará el nuevo cultivar. El proceso mencionado es continuo, con distintas etapas simultáneas y una mejora constante de la colección de trabajo formada por poblaciones, líneas o genotipos generados artificialmente.

Para elegir, generar y concentrar genes favorables en poblaciones y genotipos, que serán la base de la selección y de la aplicación de métodos y herramientas de la genética, la biología, la biometría y otras disciplinas, se deberán considerar los sistemas genéticos involucrados, los modos de reproducción, el tamaño de las poblaciones para encontrar los fenotipos acordes al criterio de selección, los métodos de mejoramiento aplicados y las frecuencias génicas. Estos fenómenos y procedimientos son la base de la selección fenotípica y genotípica.

Según los sistemas genéticos y los sistemas reproductivos de las especies a mejorar, hay siete diferentes tipos de genotipos utilizados como base de la selección, a saber: línea pura, línea endocriada, genotipo apomíctico (símil clon), clon (símil genotipo clonado), población, híbrido F_1 y genotipo segregante de la hibridación artificial. Estos tipos de genotipos son la base para generar nuevos cultivares, que darán sustento a cultivos cada vez más productivos, en los ambientes más diversos y con sustentabilidad agrícola.

EL NÚCLEO METODOLÓGICO Y CIENTÍFICO DE LA SELECCIÓN

Los principios del mejoramiento genético se apoyan en los recursos genéticos disponibles, los medios materiales y los recursos humanos. Para utilizar mejor esos recursos genéticos de base para la selección, el seleccionador tiene que predecir el valor genotípico a través de los valores fenotípicos de caracteres complejos, que están determinados por genes no identificados. Esta enunciación nos permite ver el aspecto esencial del mejoramiento genético de plantas, que es el aspecto probabilístico, ya que hay un gran número de genes en juego con la complejidad de caracteres cuantitativos, cuya expresión depende en gran medida del medio. Un genotipo reacciona según el ambiente y el fenotipo es medido en niveles de observación (planta, órgano, tejido, célula) y de análisis (biométrico, bioquímico, molecular). El seleccionador debe manipular su material de base globalmente y eso se sintetiza en la denominada variabilidad genética, que debe estar disponible para selección en poblaciones o genotipos previamente

adaptados. El denominado progreso genético depende en gran medida de esa variabilidad y del método de selección aplicado. La selección indefectiblemente reduce la variabilidad genética, ya que el mejoramiento genético concentra genes o combinaciones de genes favorables. Esa estrategia integrada de la selección resume un panorama sobre las bases biométricas y genéticas para la obtención de cultivares, que supone una dinámica interacción con otras disciplinas biológicas en general y agronómicas en particular.

La combinación de lo científico con lo tecnológico, para mejorar la producción, calidad, sanidad, tolerancia a plagas y estreses abióticos con una estrategia integrada de selección, permite hacer un uso eficiente de la variabilidad genética disponible en el germoplasma o de la generada por métodos de selección específicos según los modos de reproducción o las estructuras genéticas involucradas.

LOS MÉTODOS Y LAS HERRAMIENTAS DEL PROCESO SELECTIVO

La selección de plantas, desde siempre y actualmente con el mejoramiento genético vegetal, representa el avance científico incesante más extraordinario y sustentable para la alimentación humana. Ese proceso se inició con la selección ancestral y empírica en algunas especies hasta el siglo XX y luego prosiguió con el mejoramiento genético y la obtención de nuevos tipos de cultivares, con desarrollo tecnológico e innovación en la mayoría de las especies cultivadas y en especial en torno a 50 de ellas en todo el mundo. La incorporación al mercado de semillas de los cultivares híbridos, y posteriormente las herramientas biotecnológicas y la transgénesis, marcaron etapas trascendentes de la selección de plantas y del avance científico-tecnológico en el área. En cuanto a las poblaciones de base para el mejoramiento genético con métodos y herramientas biológicas, el proceso de obtención incluyó: 1) fases para aumentar la variabilidad genética, fijarla e incorporarla y 2) utilización de técnicas para acelerar el proceso selectivo.

Para aumentar la variabilidad genética, las mutaciones espontáneas y la mutagénesis para generarlas, así como la producción y explotación de los poliploides y de híbridos interespecíficos e intergenéricos, fueron fenómenos y métodos utilizados en mayor o menor medida dependiendo de las especies, sus sistemas reproductivos y sus estructuras genéticas, para generar variación inducida o nuevas especies. También, en muchos casos, estos métodos fueron empleados para resolver problemas agronómicos de especies cultivadas que incluyen portainjertos en fruticultura, nuevas variantes en ornamentales y en cereales que confieren

características diversas como la adaptación al manejo agronómico de los cultivos mediante cambios en el porte, la calidad y coloraciones, así como también en atributos nutraceuticos o de conservación de los productos cosechados. La transferencia de genes por la hibridación interespecífica, la hibridación somática y la transgénesis también aumenta la variabilidad genética, además de resolver problemas agronómicos y contribuir a la sustitución de moléculas sintéticas y a la sustentabilidad del cultivo al que se le aplica alguna de estas tecnologías para mejorar la aptitud agronómica de la especie cultivada.

Para acelerar el proceso selectivo, la haplodiploidización, la multiplicación vegetativa *in vitro* y la genómica son los principales métodos aplicados en los cultivos más importantes. La haplodiploidización se aplica en maíz, arroz, papa, tabaco, colza, espárrago, pimiento, trigo y cebada. Las diversas técnicas de multiplicación vegetativa se aplican en plantas hortícolas y florísticas, principalmente. Relacionado con la genómica, la biología molecular provee diversos medios para abordar y aplicar esta tecnología complementaria de la selección mendeliana y biométrica, que termina en nuevos cultivares adaptados a condiciones ambientales y de producción que son, además, variables en tiempo y espacio.

Desde la generación hasta la difusión de un nuevo cultivar y considerando también el aporte que el mismo hace al sistema agrícola, hay barreras estructurales y económicas a considerar. Para llevar a cabo un programa de fitomejoramiento hasta la etapa comercial, la obtención de un cultivar sigue una serie de fases que, según el sector, puede significar hasta 20 años de desarrollo. Existen estimaciones de que hasta 88% de los aumentos de rendimiento de los principales cultivos se debieron a la mejora genética vegetal. Hay que destacar, además, que la estabilidad de rendimiento en los cultivos, un criterio de selección importante, se logra en el marco de una inestabilidad climática característica de los cultivos agrícolas en el mundo, con la complejidad tecnológica que abarca a la agronomía, a sus producciones y a la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios, como se planteó en la introducción. Finalmente, la adopción de variedades de alto rendimiento desempeñó un papel clave en la reducción del hambre durante los últimos 100 años. Con las nuevas tecnologías complementarias, más potentes para seleccionar, se lograrán grandes avances en el futuro, especialmente con el desarrollo de nuevas poblaciones y genotipos. Las bases biométricas y genéticas para la obtención de cultivares son la fuente inagotable de nuevas combinaciones de genes favorables y sus interacciones para el desarrollo de nuevos cultivares para una agricultura cada día más sustentable.

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

- Barnes A.P., Ferreira J., Revoredo-Giha C.R.G., Hoad S., Hoebe P., Burnett F. (2016) The UK Plant Breeding Sector and Innovation (CT-RES-042). Report for the Intellectual Property Office. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/552498/Plant-breeders.pdf (consultado 26 de noviembre de 2021)
- Bradshaw J.E. (2017) Plant breeding: past, present and future. *Euphytica*, 213(3): 60.
- Brummer E.C., Barber W.T., Collier S.M., Cox T.S., Johnson R., Murray S.C., Olsen R.T., Pratt R.C., Thro A.M. (2011) Plant breeding for harmony between agriculture and the environment. *Front. Ecol. Environ.* 9(10): 561-568.
- Camadro E.L., Mendiburu A.O. (1988) Utilización de germoplasma en el mejoramiento de la papa. *Rev. Latinoam. Papa*, 1(1): 35-43.
- Camadro E.L., Rimieri P. (2021) Conservación de germoplasma *Ex situ* revisada a la luz de mecanismos y métodos de genética. *BAG. Journal of Basic and Applied Genetics*, 32(1): 11-24.
- Doré C., Varoquaux F. (2006) Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Editions Quae. Paris
- Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS-OEI). 2021. El Potencial Del Mejoramiento Vegetal En La Búsqueda De Sustentabilidad y Seguridad Alimentaria. Papeles del Observatorio N° 19, febrero de 2021. <https://observatorioocts.oei.org.ar/wp-content/uploads/2021/02/Papeles-19-Web-VERSION-FINAL.pdf> (consultado 29 de noviembre de 2021)
- Gallais A. (1990) Théorie de la Sélection en amélioration des plantes. Masson. Paris.
- Hallauer A.R. (2007) History, Contribution, and Future of Quantitative Genetics in Plant Breeding: Lessons From Maize. *Crop Sci.* 47: S4- S19. doi: 10.2135/cropsci.2007.04.0002IPBS.
- Rimieri P., Wolff R. (2010) La genética y el estado actual de la obtención y adopción de cultivares forrajeros en Argentina. *BAG. Journal of Basic and Applied Genetics*, 21(2).
- Rimieri P. (2013) La estructura genética de poblaciones de plantas condiciona la interpretación de parámetros y su alcance en caracteres ecofisiológicos. *BAG. Journal of Basic and Applied Genetics*, 24: 5-10. |
- Rimieri P. (2017) La diversidad genética y la variabilidad genética: dos conceptos diferentes asociados al germoplasma y al mejoramiento genético vegetal. *BAG. Journal of Basic and Applied Genetics*, 28(2): 7-13.